


Procesy płciowe i zmienność genetyczna bakterii

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Procesy płciowe i zmienność genetyczna bakterii

Organizmy występujące na Ziemi dzieli się na prokarioty i eukarioty. Prokarioty to organizmy jednokomórkowe, które nie mają jądra komórkowego. Są nimi bakterie, takie jak np. krętki, sinice, paciorkowce, gronkowce. Organizmy eukariotyczne to te, których komórki zawierają jądro komórkowe (występują odstępstwa od tej reguły, np. eryocyty ssaków nie mają jądra). Eukariontami są rośliny, zwierzęta, protisty i grzyby.

Źródło: qimono, Pixabay, domena publiczna.

Bakterie, podobnie jak inne organizmy żywe, rozmnażają się, zachowując ciągłość gatunku. Proces ten zachodzi u nich poprzez podział komórki, rzadziej przez pączkowanie lub fragmentację (jak np. u kolonii nitkowatych sinic).

Twoje cele

- Omówisz przebieg podziału komórki bakteryjnej.
- Poznasz różne procesy płciowe zachodzące u bakterii.
- Wykażesz różnice w nabywaniu zmian w informacji genetycznej komórek bakteryjnych.

Przeczytaj

Podział komórki [eukariotycznej](#) to etap kariokinezy, w którym zachodzi podział jądra komórkowego, oraz cytokinezy, czyli podziału cytozolu i organelli komórkowych. W zależności od przebiegu podział jądra komórkowego może być procesem mitozy lub mejozy.

[Prokaryoty](#) nie mają jądra, dlatego podział ich komórek przebiega inaczej. U bakterii zamiast jądra komórkowego występuje [genofor](#) (tzw. chromosom bakteryjny) w postaci kuliście zamkniętego DNA (o długości do 9500 par zasad), połączony z bakteryjną błoną komórkową. Przestrzeń cytoplazmy, w której znajduje się genofor, to **nukleoid**. U prokaryotów występują również pozachromosomowe cząsteczki DNA nazywane **plazmidami**. Zawierają one informację genetyczną inną niż tę, którą niesie genofor (np. o oporności na niektóre antybiotyki).

Przebieg podziału komórki bakteryjnej

Przed podziałem komórki dochodzi do replikacji genoforu. W miejscu ori następuje rozplecenie podwójnej nici i powstanie tzw. oczka replikacyjnego rozszerzającego się w dwóch kierunkach. Materiał genetyczny zostaje podwojony i rozsuwa się ku biegunom nowo powstających komórek. Niektóre bakterie (Gram-dodatnie) tworzą między nowymi komórkami ścianę komórkową, inne (Gram-ujemne) rozdzielają komórki przewężeniem, które zaciska się jak przewiązywany sznurkiem balon. Podziały komórkowe prowadzą do szybkiego namnażania się bakterii – dzięki nim tworzą one kolonie. Nowo powstałe komórki pod względem genetycznym są identyczne, dlatego cała kolonia ma ten sam genom (nie licząc potencjalnych drobnych mutacji). Nie jest to dla bakterii korzystne.

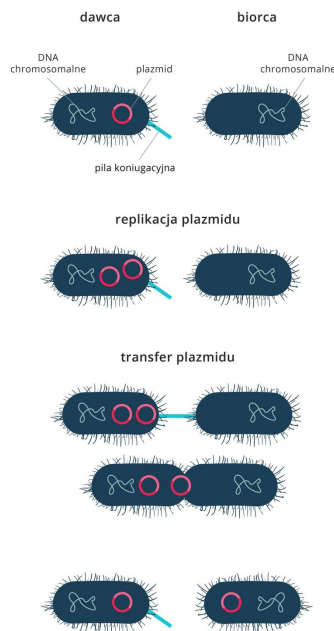
Podział komórki bakteryjnej.

Źródło: EnglishSquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

U rozmnażających się bezpłciowo bakterii możliwe są jednak zmiany w materiale genetycznym. Wymiana materiału genetycznego zachodzi w procesach płciowych, które nie zwiększają liczby komórek potomnych, ale przyczyniają się do zmienności genetycznej bakterii. Są one mechanizmami [horyzontalnego transferu genów](#). Wyróżnia się trzy rodzaje procesów płciowych bakterii.

Koniugacja

Polega na wymianie plazmidów między dwiema bakteriami oznaczanymi jako F⁺ i F⁻. Dawca plazmidu (donor, F⁺) ma na swojej powierzchni **pile koniugacyjne** – włosowate wypustki na powierzchni ściany komórkowej – za pomocą których łączy się z drugą komórką (akceptorem, F⁻). Po ich połączeniu powstaje cytoplazmatyczny mostek, którym z komórki dawcy przekazywany jest biorcy zreplikowany plazmid. Dzięki temu następuje zmodyfikowanie informacji genetycznej obecnej w komórce biorcy. Plazmidy mogą zawierać dane o oporności na antybiotyki – tym samym taką informację będzie zawierała cała kolonia bakterii, której początek może dać jedna komórka powstała po koniugacji. Wzrost lekooporności komórek bakteryjnych stanowi poważny problem. Więcej na ten temat w e-materiale: [Lekooporność i jej przyczyny](#).



Schemat koniugacji u bakterii.

Źródło: EnglishSquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Transformacja

Transdukcja

Procesy płciowe dają zmienność genetyczną, co pozwala bakteriom nabywać nowe cechy. Ich ujawnienie się w kolejnych pokoleniach umożliwia im przystosowanie się do zmieniających się warunków środowiska (np. enzymatyczny rozkład antybiotyku pojawiającego się w otoczeniu bakterii). Przystosowanie do nowych parametrów otoczenia zwiększa średnią przeżywalność organizmów bakteryjnych, a co za tym idzie, przetrwanie gatunku.

Transpozony

Zmienność genomu bakteryjnego umożliwiają także [transpozony](#). Nazywa się je „skaczącymi genami”. Są to małe fragmenty DNA, które przemieszczają się po genomie komórki. Proces przemieszczania się transpozonów to transpozycja, która zmienia kolejność nukleotydów DNA, powodując niekiedy mutacje. Mogą one mieć zarówno pozytywny lub neutralny, jak i negatywny wpływ na funkcjonowanie komórki.

Słowniczek

eukariont

jednokomórkowy lub wielokomórkowy organizm zawierający jądro komórkowe

genofor

haploidalny chromosom bakteryjny; funkcjonalnie – odpowiednik jądra komórkowego eukariontów

horyzontalny transfer genów

zjawisko przenoszenia genów pomiędzy dwoma organizmami niepotomnymi; występuje częściej u organizmów prokariotycznych

miejsce ori

punkt inicjacji replikacji genoforu

nukleoid

przestrzeń w cytoplazmie bakteryjnej zajmowana przez genofor

prokariot

organizm jednokomórkowy bez jądra komórkowego oraz organelli komórkowych typowych dla komórek eukariotycznych, np. mitochondriów, aparatu Golgiego

transpozony

ruchome elementy DNA, odcinki DNA złożone z kilkuset do kilku tysięcy nukleotydów zmieniające swoje miejsce w genomie; mogą wywołać zmiany w strukturze genomu polegające na duplikacji, inwersji lub delecji

Animacja

Trwa wczytywanie danych..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Hf18qk5>

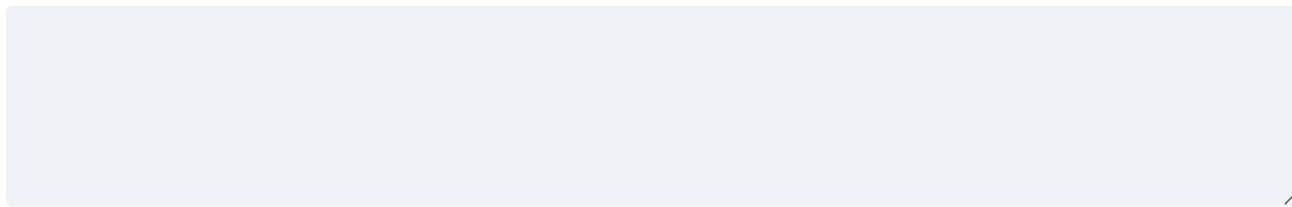
Procesy płciowe i zmienność genetyczna bakterii.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału.

Polecenie 1

Obejrzyj animację i opisz przebieg koniugacji u bakterii.



Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przyporządkuj pojęciom odpowiednie definicje.

jednokomórkowy lub wielokomórkowy organizm zawierający jądro komórkowe,
organizm jednokomórkowy niezawierający jądra komórkowego, haploidalny materiał genetyczny w postaci kolistej cząsteczki DNA, funkcjonalnie w komórkach prokariotycznych odpowiednik jądra komórkowego, przestrzeń w cytoplazmie bakteryjnej zajmowana przez główną informację genetyczną

eukariont	
prokariont	
genofor	
nukleoid	

Ćwiczenie 2



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Prokarioty wymieniają się materiałem genetycznym podczas procesu rozmnażania płciowego.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Podczas podziału komórkowego bakterii dochodzi do replikacji genomu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plazmidy to małe kopie informacji genetycznej zawartej w genomie, powstające tuż przed podziałem komórki.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 3



Uzereguj w odpowiedniej kolejności zjawiska zachodzące podczas podziału komórki bakteryjnej.

- cząsteczka DNA zostaje rozpleciona w miejscu ori i zaczyna się replikacja
- materiał genetyczny zostaje podwojony
- nowo powstałe kopie materiału genetycznego rozsuwają się na bieguny komórki
- widełki replikacyjne przesuwają się w dwóch kierunkach
- między biegunami tworzy się nowa ściana komórkowa (bakterie Gram-dodatnie) lub zaciskające się przewężenie (bakterie Gram-ujemne)
- dochodzi do podziału na dwie, identyczne pod względem genetycznym komórki potomne

Ćwiczenie 4



Opisane procesy są przykładem horyzontalnego transferu genówkoniugacji bakteryjnejróżnicowania płciowego bakterii.

Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst, wybierając odpowiednie sformułowania spośród podanych poniżej.

transfekcją, nie zawsze, ewolucji, taki sam, inny, innych organizmów, translacji i transkrypcji, zawsze, dużych, kolistych plazmidów DNA, skaczącymi, transfekantami, organizmów rodzicielskich, transpozycją, transpozonomi, koniugacji, transdukcji lub transformacji, mutacji, podział komórki, płciowo i bezpłciowo, bezpłciowo, małych fragmentów DNA, gamety

Bakterie rozmnażają się poprzez Powstałe w ten sposób komórki potomne mają więc zestaw informacji genetycznej. Do wzbogacenia puli genów o dodatkowe informacje i gatunku niezbędna jest międzykomórkowa wymiana genów. U bakterii najczęściej odbywa się ona na drodze W tych procesach bakterie uzyskują geny pochodzące z Istnieje też sposób na nabycie nowej cechy – nowej informacji genetycznej w genomie bakterii – bez udziału innych organizmów, na drodze przemieszczania się w genomie tego samego organizmu. Proces ten nazywany jest, a przemieszczające się fragmenty – lub genami Procesy rekombinacji mogą prowadzić do powstawania i są korzystne dla bakterii.

Tekst do ćwiczeń 7 i 8

Konsekwencją wciąż wzrastającej i selekcyjnej presji antybiotyków i chemioterapeutyków, ich nadużywania i nieprawidłowego stosowania, jest szybkie rozprzestrzenianie się bakterii opornych na leki (...).

Najprostszym typem oporności jest oporność naturalna. Dany drobnoustrój jest niewrażliwy na antybiotyk, posiada on „wrodzoną” oporność na niektóre grupy

antybiotyków, gdyż albo nie posiada charakterystycznego dla nich „punktu uchwytu”, albo antybiotyki te nie przenikają do jego wnętrza (...).

Oporność nabyta jest przeciwieństwem oporności naturalnej. Powstaje u bakterii, które pierwotnie były wrażliwe na dany chemioterapeutyk. Oporność nabytą można podzielić na pierwotną i wtórną.

Oporność pierwotna powstaje wskutek spontanicznej mutacji i może pojawiać się bez kontaktu z lekiem. Ten typ oporności jest kodowany chromosomalnie i nie może być przekazywany innym gatunkom bakterii. Częstość pojawiania się zmutowanych bakterii jest niewielka, jednak w obecności antybiotyku mutanty mają przewagę w stosunku do reszty populacji, przeżywają i przewyższają liczebnością populacje wrażliwe. Mogą one rozprzestrzeniać się do innych nisz ekologicznych u tego samego osobnika lub też mogą być przeniesione na inne osoby.

Mechanizmy prowadzące do powstania oporności wtórnej rozwijają się w warunkach kontaktu drobnoustroju z lekiem przeciwbakteryjnym i są znacznie bardziej złożone. Mechanizm genetyczny leżący u podłoża oporności wtórnej, w odróżnieniu od oporności pierwotnej, ma charakter pozachromosomalny. Odpowiedzialne za występowanie tego zjawiska są geny zlokalizowane w kolistych fragmentach DNA, leżących w cytoplazmie i nazywanych plazmidami. Jeden plazmid może zawierać geny oporności na kilka różnych chemioterapeutyków. Plazmidy mogą przenosić geny, kodujące oporność z jednej komórki bakteryjnej na inną.

Źródło: Elżbieta Mazur, Sebastian Klag, *Mechanizmy lekooporności bakterii*, Borgis – Medycyna Rodzinna 6/2004, s. 278–281.

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, w jaki sposób bakterie mogą nabywać oporność na leki oraz przekazywać ją pokoleniom potomnym i otoczeniu.

Ćwiczenie 8



Określ, jak u bakterii kodowana jest oporność naturalna na antybiotyki, a jak oporność nabyta. Oceń, która z nich niesie większe zagrożenie dla człowieka.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Procesy płciowe i zmienność genetyczna bakterii

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VI. Bakterie i archeowce. Uczeń:

4) wykazuje znaczenie procesów płciowych w zmienności genetycznej bakterii;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Omówisz przebieg podziału komórki bakteryjnej.
- Poznasz różne procesy płciowe zachodzące u bakterii.
- Wykażesz różnice w nabywaniu zmian w informacji genetycznej komórek bakteryjnych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- mapa myśli;
- gra dydaktyczna;
- analiza tekstu źródłowego.

Formy pracy:

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Uczniowie na podstawie tekstu, który mieli przeczytać przed lekcją, rozwiązują wspólnie na forum klasy ćwiczenie nr 3: układają w odpowiedniej kolejności etapy podziału komórki bakteryjnej. Nauczyciel monitoruje pracę uczniów, w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowy tok rozumowania. Następnie zadaje pytanie: „Dlaczego występowanie tego samego genomu w całej kolonii bakteryjnej nie jest korzystne dla bakterii?”.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Uczniowie zapoznają się z animacją udostępnioną przez nauczyciela. Następnie w parach wykonują mapę myśli porządkującą informacje dotyczące podziału procesów płciowych bakterii ze względu na sposób powstawania zmian w materiale genetycznym.
2. **Praca z e-materiałem.** Nauczyciel prosi uczniów, aby w parach skonstruowali tabelę przedstawiającą różnice w nabywaniu zmian w informacji genetycznej komórek bakteryjnych.
3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 4 do 7 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 2 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe

lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.

2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenie nr 8 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Animacja” w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej.